

#4  
862.C2170



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:	)	
Haruhito ONO, et al.	)	Examiner: Unassigned
Application No.: 09/819,907	)	Group Art Unit: 2879
Filed: March 29, 2001	)	
For: ELECTRON OPTICAL SYSTEM,	)	July 30, 2001
CHARGED-PARTICLE BEAM	)	(Monday)
EXPOSURE APPARATUS USING	)	
THE SAME, AND DEVICE	)	
MANUFACTURING METHOD	)	

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Application:

JAPAN

2000-097125

March 31, 2000

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Steven E. Warner", is written over a horizontal line.

Attorney for Applicants  
Steven E. Warner  
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

SEW/dc

DC\_MAIN 66218 v 1

(translation of the front page of the priority document of  
Japanese Patent Application No. 2000-097125)



PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the  
following application as filed with this Office.

Date of Application: March 31, 2000

Application Number : Patent Application 200<sup>0</sup>~~1~~-097125

Applicant(s) : Canon Kabushiki Kaisha

April 20 2001

Commissioner,

Patent Office

Kouzo OIKAWA

Certification Number 2001-3033124



日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

09/819,907  
Haruhito Ono  
March 29, 2001

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 3月31日

出願番号

Application Number:

特願2000-097125

出願人

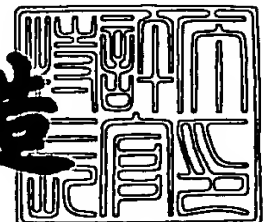
Applicant(s):

キヤノン株式会社

2001年 4月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3033124

【書類名】 特許願

【整理番号】 4145021

【提出日】 平成12年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027  
G03F 7/21  
G21K 5/04

【発明の名称】 電子光学系アレイ、これを用いた荷電粒子線露光装置ならびにデバイス製造方法

【請求項の数】 16

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社  
    内

    【氏名】 小野 治人

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社  
    内

    【氏名】 八木 隆行

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

    【代表者】 御手洗 富士夫

    【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

    【識別番号】 100090538

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社  
    内

    【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社  
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100110009

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社  
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木 康

【電話番号】 03-3758-2111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プールの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子光学系アレイ、これを用いた荷電粒子線露光装置ならびにデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれに複数の開口が形成された上電極、中間電極および下電極と、前記中間電極を側方から挟んでこれをシールドする導電性のシールドとを有することを特徴とする電子光学系アレイ。

【請求項 2】 前記シールドは導電性の材料であり、前記上電極および下電極と電氣的に連結している請求項 1 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 3】 前記シールドは、前記中間電極の側方に電氣的に導通しないように設けられている請求項 1 又は 2 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 4】 前記上電極と下電極の間に、前記中間電極が複数設けられている請求項 1 ～ 3 のいずれか記載の電子光学系アレイ。

【請求項 5】 前記中間電極が列毎に分離されている請求項 1 ～ 4 のいずれか記載の電子光学系アレイ。

【請求項 6】 前記複数の開口のそれぞれが矩形形状である請求項 1 ～ 5 のいずれか記載の電子光学系アレイ。

【請求項 7】 前記矩形形状の長辺方向が、前記複数の開口の配列方向に対して、 $\theta$  ( $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ ) だけ傾いている請求項 6 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 8】 それぞれが、請求項 6 又は 7 記載の構成を有する第 1 の電子光学系と第 2 の電子光学系アレイとが、光軸に沿って配置された電子光学系であって、前記第 1 の電子光学系アレイの各開口の矩形の長辺方向と、前記第 2 電子光学系アレイの各開口の矩形の長辺方向とが、光軸方向から見てほぼ直交していることを特徴とする電子光学系。

【請求項 9】 それぞれに矩形形状の開口が形成された上電極、中間電極および下電極を備えた第 1 の電子光学系と、それぞれに矩形形状の開口が形成された上電極、中間電極および下電極を備えた第 2 の電子光学系とが、光軸に沿って配置された電子光学系であって、前記第 1 の電子光学系の開口の矩形の長辺方向

と、前記第 2 電子光学系の開口の矩形の長辺方向とが、光軸方向から見てほぼ直交していることを特徴とする電子光学系。

【請求項 1 0】 前記上電極と下電極の間に、前記中間電極が複数層設けられている請求項 9 記載の電子光学系。

【請求項 1 1】 荷電粒子線を放射する荷電粒子源と、前記荷電粒子源の中間像を複数形成する請求項 1 ～ 1 0 のいずれか記載の電子光学系アレイを含む補正電子光学系と、前記複数の中間像をウエハに縮小投影する投影電子光学系と、前記ウエハに投影される前記複数の中間像がウエハ上で移動するように偏向する偏向器とを有することを特徴とする荷電粒子線露光装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 1 記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 1 3】 前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも 1 台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有する請求項 1 2 記載のデバイス製造方法。

【請求項 1 4】 前記露光装置のベンダーもしくはユーザーが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行う請求項 1 3 記載のデバイス製造方法。

【請求項 1 5】 請求項 1 1 記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも 1 台に関する情報をデータ通信することを可能にした半導体製造工場。

【請求項 1 6】 半導体製造工場に設置された請求項 1 1 記載の露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダーもしくはユーザーが、半導体製造工



場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有することを特徴とする露光装置の保守方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム等の荷電粒子線を用いた露光装置に使用される電子光学系の技術分野に属し、特に複数の電子光学系をアレイにした電子光学系アレイに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスの生産において、電子ビーム露光技術は $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細パターン露光を可能とするリソグラフィの有力候補として脚光を浴びており、いくつかの方式がある。例えば、いわゆる一筆書きでパターンを描画する可変矩形ビーム方式がある。しかしこれはスループットが低く量産用露光機としては課題が多い。スループットの向上を図るものとして、ステンシルマスクに形成したパターンを縮小転写する図形一括露光方式が提案されている。この方式は、繰り返しの多い単純パターンには有利であるが、ロジック配線層等のランダムパターンではスループットの点で課題が多く、実用化に際して生産性向上の妨げが大きい。

【0003】

これに対して、マスクを用いずに複数本の電子ビームで同時にパターンを描画するマルチビームシステムの提案がなされており、物理的なマスク作製や交換をなくし、実用化に向けて多くの利点を備えている。電子ビームをマルチ化する上で重要となるのが、これに使用する電子レンズのアレイ数である。電子ビーム露光装置の内部に配置できる電子レンズのアレイ数によりビーム数が決まり、スループットを決定する大きな要因となる。このため電子レンズの性能を高めながら

且つ如何に小型化できるかが、マルチビーム型露光装置の性能向上のカギのひとつとなる。

#### 【 0 0 0 4 】

電子レンズには電磁型と静電型があり、静電型は磁界型に比べて、コイルコア等を設ける必要がなく構成が容易であり小型化に有利となる。ここで静電型の電子レンズ（静電レンズ）の小型化に関する主な従来技術を以下に示す。

#### 【 0 0 0 5 】

A.D. Feinerman等 (J. Vac. Sci. Technol. A 10(4), p611, 1992) は、フアイバと Si の結晶異方性エッチングにより作製した V 溝を用いたマイクロメカニクス技術により、静電単一レンズである 3 枚の電極からなる 3 次元構造体を形成することを開示する。Si にはメンブレン枠とメンブレンと該メンブレンに電子ビームが通過する開口を設ける。また、K.Y. Lee等 (J. Vac. Sci. Technol. B 12(6), p3425, 1994) は、陽極接合法を利用して Si とパイレックスガラスが複数積層に接合された構造体を開示するもので、高精度にアライメントされたマイクロカラム用電子レンズを作製する。また、Sasaki (J. Vac. Sci. Technol. 19, 963 (1981)) はレンズ開口配列を有する 3 枚電極でアインツェルレンズ配列にした構成を開示する。また、Chang等 (J. Vac. Sci. Technol. B10, 2743 (1992)) は、アインツェルレンズを有するマイクロカラムを複数配列した構成を提案している。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例において多数の開口電極をアレイ状に配列し、各電子ビームに異なるレンズ作用を与えようとする、周囲の静電レンズ電界の影響で軌道や収差が変化し、各電子ビームを独立に操作することが困難になる、所謂クロストーク問題を生じる可能性がある。

#### 【 0 0 0 7 】

このクロストーク問題を図 10 を用いて具体的に説明する。上電極 1、中間電極 2 及び下電極 3 の 3 枚電極でアインツェルレンズを構成している。上電極 1 及び下電極 3 は厚さ  $10\mu\text{m}$  であり、径  $80\mu\text{m}$  の開口が  $200\mu\text{m}$  ピッチで配されている

。中間電極 2 は厚さ  $50\mu\text{m}$  であり、内径  $80\mu\text{m}$  の円筒形状をしており、これが  $200\mu\text{m}$  ピッチで配されている。上電極 1 と中間電極 2、中間電極 2 と下電極 3 の距離は共に  $100\mu\text{m}$  である。上電極 1 及び下電極 3 に電位 0 [V] を、中央列 B とその上列 A の中間電極 2 には  $-1000$  [V] を、下列 C の中間電極 2 には  $-950$  [V] を印加する。すなわち隣接電極間電位差は  $50$  [V] である。この場合、上電極 1 の左方より、ビーム径  $40\mu\text{m}$ 、エネルギー  $50\text{ keV}$  の電子ビームを中央の開口に入射すると、電子ビームの下方シフト角  $\Delta\theta$  十数  $\mu\text{rad}$  以上となる。電子光学系の設計にも依るが、典型的な許容値として、シフト角  $\Delta\theta$  を  $1\mu\text{rad}$  以下に設定することが可能であるが、この電極構成ではシフト角はこの許容範囲を越えるため、周囲のレンズ電界の影響を受けて、いわゆるクロストークが発生する。これを解決することが大きな課題である。

## 【0008】

本発明は、上記従来技術の課題を認識することを出発点とするもので、その改良を主目的とする。具体的な目的のひとつは、小型化、高精度化、信頼性といった各種条件を高いレベルで実現した電子光学系アレイの提供である。より具体的な目的のひとつは、マルチビームに特有のクロストークを軽減した優れた電子光学系アレイを提供することである。さらには、これを用いた高精度な露光装置、生産性に優れたデバイス製造方法、半導体デバイス生産工場などを提供することを目的とする。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の好ましいひとつの形態は、それぞれに複数の開口が形成された上電極、中間電極および下電極と、前記中間電極を側方から挟んでこれをシールドする導電性のシールドとを有することを特徴とする電子光学系アレイである。

## 【0010】

本発明の別の形態は、それぞれに矩形形状の開口が形成された上電極、中間電極および下電極を備えた第 1 の電子光学系と、それぞれに矩形形状の開口が形成された上電極、中間電極および下電極を備えた第 2 の電子光学系とが、光軸に沿

って配置された電子光学系であって、前記第 1 の電子光学系の開口の矩形の長辺方向と、前記第 2 電子光学系の開口の矩形の長辺方向とが、光軸方向から見てほぼ直交していることを特徴とする電子光学系である。

#### 【 0 0 1 1 】

また本発明の別の形態は、荷電粒子線を放射する荷電粒子源と、前記荷電粒子源の中間像を複数形成する上記構成の電子光学系アレイを含む補正電子光学系と、前記複数の中間像をウエハに縮小投影する投影電子光学系と、前記ウエハに投影される前記複数の中間像がウエハ上で移動するように偏向する偏向器とを有することを特徴とする荷電粒子線露光装置である。

#### 【 0 0 1 2 】

本発明の更なる形態は、上記露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とするデバイス製造方法である。

#### 【 0 0 1 3 】

#### 【発明の実施の形態】

#### ＜電子光学系アレイ＞

本発明の実施の形態にかかる電子光学系アレイを図面を用いて説明する。図 1 は電子光学系アレイの分解図である。図中、大きくは、それぞれに複数の開口が形成された上電極 1、中間電極 2、下電極 3 が順に積層された構造を有し、いわゆるアインツルレンズを構成している。そして各列ごとにグループ化された中間電極 2 を側方から挟んでこれを電磁的にシールドする導電性のシールド 4 を設けている。ここで中間電極 2 とシールド 4 の間は空間的に分離、もしくは絶縁体を介して接続しており、両者が電氣的に導通しないようになっている。またシールド 4 は上電極 1 および下電極 3 と連結している。上電極 1 は導電性材料(Cu)の電極層で形成された厚さ $10\mu\text{m}$ の薄膜構造であって、円形の開口 5 が規則的に複数配されている。また下電極 3 も同様の構成を有し、上電極の開口と同一位置に複数の開口 7 が形成されている。各列の中間電極 2 はそれぞれ厚さ $50\mu\text{m}$ の矩形の電極素子からなる。またシールド 4 は厚さ $2\mu\text{m}$ の導電性材料でできている。ここ

で上電極 1 と中間電極 2 ならびに中間電極 2 と下電極 3 の距離はいずれも  $100\mu\text{m}$ 、各電極の開口径は  $80\mu\text{m}$ 、配列のピッチは  $200\mu\text{m}$  である。上電極 1 と中間電極 2 の間、および中間電極 2 と下電極 3 の間には、 $80\mu\text{m}$  の開口径を持つ絶縁体（不図示）が配されている。

#### 【0014】

次に上記構造の電子光学系アレイの作製方法を説明する。ここでは説明を簡単にするために 1 つの開口部のみをクローズアップする。

#### 【0015】

まず上電極 1、下電極 3 ならびにシールドの作製方法について説明する。基板として結晶方位が  $\langle 100 \rangle$  のシリコンウェーハを用意し、化学気相蒸着法にて膜厚  $300\text{nm}$  の窒化珪素を成膜する（図 2（a））。レジストプロセスとエッチングプロセスを経て、後に電子線の光路になる部分の窒化珪素膜を除去する。次に、上電極 1 としてクロム/金をそれぞれ  $50\text{nm}/10\mu\text{m}$  の膜厚で連続蒸着し、レジストパターニング後、金、クロムをエッチングして電子ビーム用開口を形成する（図 2（b））。次に  $\text{SiO}_2$  膜をこの電子ビーム用開口にスパッター蒸着、パターニングする（図 2（c））。その後、電極上にメッキの鋳型となるレジストパターンを形成する。レジストにはエポキシ化ビスフェノール A オリゴマーを主成分とする SU-8（MicroChem.co）を用い、膜厚  $110\mu\text{m}$  に成膜する。露光は高圧水銀ランプを用いた密着型の露光装置を用いる。また露光後ホットプレート上  $85^\circ\text{C}$  で 30 分間、露光後ベーク（PEB）を行う。基板を室温まで徐冷した後プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートで 5 分間現像し、メッキ用の鋳型パターンを形成する（図 2（d））。次に電気めっきにより、シールド 4 である Au をレジストパターン間にレジスト厚を超える厚さで埋め込む（図 2（e））。次いで、SU8 レジストとシールド 4 の一部を研磨し、SU8 及びシールド 4 の厚さを  $100\mu\text{m}$  とする。更に、後の工程で行なう圧着用の厚さ  $0.5\mu\text{m}$  の Au を蒸着、パターニングする（図 2（f））。メッキ面をポリイミドを用いて保護し（不図示）、他方の面を 22% のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液を用い、 $90^\circ\text{C}$  でシリコン基板のバックエッチングを行う。エッチングはシリコンがエッチング除去され、窒化珪素膜が露出するまで行う。基板は水洗、

乾燥を行い、ドライエッチング装置内でテトラフルオロメタンを用いて、シリコンのドライエッチング後に露出した窒化珪素膜及び電子開口部に埋められた  $\text{SiO}_2$  膜をエッチング除去する。最後に、他方の面の保護をしたポリイミド膜をアッシングにより除去する（図 2（g））。

## 【 0 0 1 6 】

中間電極 2 の作製方法は以下の通りである。基板としてシリコンウェーハを用意し、スパッター法により  $\text{SiO}_2$  を 50 nm の厚さに成膜する。次に中間電極 2 及びシールド 4 を作製する為のメッキ用の電極膜として金を 50 nm の膜厚で蒸着、パターニングする（図 3（a））。この後、メッキの鋳型となるレジストパターンを形成する。レジストは、エポキシ化ビスフェノール A オリゴマーオリゴマーを主成分とする SU-8（MicroChem.co）を用い、膜厚 70  $\mu\text{m}$  に成膜する。露光は高圧水銀ランプを用いた密着型の露光装置を用いて行う。また、露光後ホットプレート上 85℃ で 30 分間、露光後ベーク（PEB）を行う。基板を室温まで徐冷した後プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートで 5 分間現像し、メッキ用の鋳型パターンを形成する（図 3（b））。次に電気めっきを行い膜厚 50  $\mu\text{m}$  の金パターンをレジストパターン間隙に埋め込む（図 3（c））。最後に、N-メチルピロリドン（NMP）中で SU-8 レジストを剥離し、IPA で洗浄、乾燥を行い、金パターンを得る（図 3（d））。

## 【 0 0 1 7 】

電極とシールドの接合方法を図 4 を用いて説明する。上記図 2（g）で作製した下電極／シールドに、図 3（d）で作製した中間電極／シールドを上下逆にして圧着する（図 4（a））。その後、中間電極 2 基板を引き離す（図 4（b））。下電極／シールドの金と中間電極／シールドの金とは圧着により接合されるが、金同士の圧着接合に比べて、中間電極 2 の  $\text{SiO}_2$  膜と金膜との密着性は劣るため、中間電極 2 基板を引き離す事が可能となる。その後、図 2（g）で作製した別の上電極／シールドを上下逆にして圧着する（図 4（c））。こうして金同士が圧着され、精度の高いマルチ電子レンズが完成する（図 4（d））。

## 【 0 0 1 8 】

上記構成の電子光学系アレイにおいて、先の図 10 と同様に、上電極 1、下電

極 3、シールド 4 に 0 [V] の電位を与え、中間電極 2 のある列には -1000 [V] の電位を、別の列には -950 [V] を印加して、隣接電位差が 50 [V] であるとする。このとき、ビームシフト角  $\Delta\theta$  はほぼゼロとなり、クロストークの発生が実用的には問題にない程度に抑えられる。

## 【0019】

なお本例では、上電極 1、中間電極 2、下電極 3 の 3 枚の電極でアインツェルレンズを構成したが、変形例として図 5 に示すごとく、光軸に沿って中間電極を 2 枚（中間電極 2 A、2 B）にしたり、あるいは、これ以上の数の中間電極を設けてもよい。更に、シールド 4 を上電極 1 及び下電極 3 とを物理的に連結して一体化する代わりに、シールド 4 を上電極 1 及び下電極 3 と非接触とした構造であってもよい。

## 【0020】

図 6 は、第 2 の実施例の電子光学系の配置とその電気結線を説明する図である。本例では電子光学系アレイを構成する各電極の開口の形状を矩形（一辺が他辺よりも長い長方形）であって、さらに電子光学系アレイを光軸にそって 2 つ配置した点が特徴である。すなわち、それぞれに矩形形状の開口が形成された上電極、中間電極および下電極を備えた第 1 の電子光学系と、それぞれに矩形形状の開口が形成された上電極、中間電極および下電極を備えた第 2 の電子光学系とが光軸に沿って配置された電子光学系であって、第 1 の電子光学系の開口の矩形の長辺方向と、第 2 電子光学系の開口の矩形の長辺方向とが、光軸方向から見てほぼ直交していることを特徴とする。

## 【0021】

図 6 において、第 1 の電子光学系アレイ 10 の各電極に形成された開口は、電子ビームが入射する光軸方向を Z 軸としたとき、短辺が X 軸方向、長辺が Y 軸方向であるような矩形である。一方、第 2 の電子光学系アレイ 11 の各電極に形成された開口は、短辺が Y 軸方向、長辺が X 軸方向であるような矩形である。

## 【0022】

ここで、以下の説明で用いる表記法を図 7 に示す。同図(A)は第 1 の電子光学系アレイ 10 を、(B) は第 2 の電子光学系アレイ 11 をそれぞれ電子ビームの

入射方向からみた平面図である。図中、二点鎖線はシールド4を、破線は中間電極2を示す。(C)は、(A)における全ての矩形開口をZ軸の回りに反時計回りにX軸を基準として $\theta$  ( $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ ) だけ回転したものである。矩形の中間電極はX軸方向に沿って開口が配列されており、(C)で図示されたような矩形開口は「 $X\theta$  ( $\theta = N^\circ$ )」 ( $N: 0 \leq N < 180$ ) と表記する。一方、(D)は矩形の中間電極2の長辺(開口の配列方向)がY軸方向となっており、「 $Y\theta$  ( $\theta = N^\circ$ )」 ( $N: 0 \leq N < 180$ ) と表記する。

### 【0023】

この表記法によれば、図6の第1の電子光学系アレイ10は、「 $X\theta$  ( $\theta = 90^\circ$ )」、第2の電子光学系アレイ11は「 $X\theta$  ( $\theta = 0^\circ$ )」となる。 $X\theta$  ( $\theta = 90^\circ$ ) の電子レンズはX軸方向でのビーム収束性があり、 $X\theta$  ( $\theta = 0^\circ$ ) のマルチ電子レンズはY軸方向でのビーム収束性がある。例えば、断面が矩形開口よりも小さな円形のビームが $X\theta$  ( $\theta = 0^\circ$ ) レンズを通過すると、通過後のビームは図8で示すごとくY方向へのビーム収束した形状となる。よって、光軸に沿って2つの電子光学系アレイを離して配置し、収束方向が互いに直交するようにした本実施例によれば、これらの光学系を通過した電子ビームは、X方向及びY方向のいずれの方向にも収束する。例えば、電極の開口の寸法を $80 \times 200 \mu\text{m}$ 、中間電極の幅を $500 \mu\text{m}$ 、開口ピッチを $600 \mu\text{m}$ とし、 $X\theta$  ( $\theta = 90^\circ$ ) の電子レンズと  $X\theta$  ( $\theta = 0^\circ$ ) の電子レンズとを $600 \mu\text{m}$ 離して配置したとする。そしてこれを図6に示すように電氣的に結線して、第1、第2電子光学系アレイ10、11のそれぞれの中間電極の一方に電位の $-1000 \text{ [V]}$ を与え、他方の中間電極に $-950 \text{ [V]}$ を印加する。これに入射する電子ビーム( $50 \text{ kV}$ 、 $20 \mu\text{m}$ 径)が光学系を通過後のY軸方向のシフト角はほぼ零となり、クロストークが抑えられたマルチ電子レンズが実現できる。加えて開口形状を矩形として直交に組み合わせことで、X方向及びY方向のいずれにも収束性が得られる。なお本例においても、各電子光学系アレイは、図5と同様に中間電極の数を複数枚にすることができる。

### 【0024】

図9は電子光学系のさらなる変形例を示す。これは上述の第2実施例で示した



$X\theta$  ( $\theta = 90^\circ$ ) と  $X\theta$  ( $\theta = 0^\circ$ ) の2つの光学系ユニットに、更に  $X\theta$  ( $\theta = 45^\circ$ ) と  $X\theta$  ( $\theta = 135^\circ$ ) の光学系ユニットを付加して、光軸に沿って計4つのユニットを配している。 $\theta$  ( $\theta = 45^\circ$ ) レンズは  $\theta = 135^\circ$  方向内で、 $X\theta$  ( $\theta = 135^\circ$ ) レンズは、 $\theta = 45^\circ$  方向内でビーム収束作用を持ち、結局、回転対称の4方向からの収束作用を与えることになり、通常電子ビーム装置で 사용되는非点収差補正レンズと同様の作用となる。従って図8の12に示すようなビーム端部（各頂点）における広がりが抑えられ、より収束性の高い電子ビームとなる。なお本例においても、各電子光学系アレイは、図5と同様に中間電極の数を複数枚にすることができ、 $n$ 枚 ( $n \geq 3$ ) の電極でレンズを構成してもよい。光学系ユニットの数は4つに限らず任意の $N$ 段 ( $N \geq 4$ ) とすることが可能であり、補正収差の許容値に応じて段数を決定すればよい。

【0025】

#### ＜電子ビーム露光装置＞

次に、上記電子光学系アレイを用いたシステム例として、マルチビーム型の荷電粒子露光装置（電子ビーム露光装置）の実施例を説明する。図11は全体システムの概略図である。図中、荷電粒子源である電子銃501はカソード501a、グリッド501b、アノード501cから構成される。カソード501aから放射された電子はグリッド501b、アノード501cの間でクロスオーバー像を形成する（以下、このクロスオーバー像を電子源ESと記す）。この電子源ESから放射される電子ビームは、コンデンサーレンズである照射電子光学系502を介して補正電子光学系503に照射される。照射電子光学系502は、それぞれが3枚の開口電極からなる電子レンズ（アイントウェルレンズ）521, 522で構成される。補正電子光学系503は電子源ESの中間像を複数形成するものであり、詳細は後述する。補正電子光学系503で形成された各中間像は投影電子光学系504によって縮小投影され、被露光面であるウエハ505上に電子源ES像を形成する。投影電子光学系504は、第1投影レンズ541(543)と第2投影レンズ542(544)とからなる対称磁気タブレットで構成される。506は補正電子光学系503の要素電子光学系アレイからの複数の電子ビームを偏向させて、複数の光源像を同時にウエハ505上でX,Y方向に変位させる偏向器である。507は偏向器506を作動させた際に発生する偏向収差による光源像のフォーカス位置の

ずれを補正するダイナミックフォーカスコイルであり、508は偏向により発生する偏向収差の非点収差を補正するダイナミックスティグコイルである。509はウエハ505を載置して、光軸AX(Z軸)方向とZ軸回りの回転方向に移動可能な $\theta$ -Zステージであって、その上にはステージの基準板510が固設されている。511は $\theta$ -Zステージを載置し、光軸AX(Z軸)と直交するXY方向に移動可能なXYステージである。512は電子ビームによって基準板510上のマークが照射された際に生じる反射電子を検出する反射電子検出器である。

## 【 0 0 2 6 】

図 1 2 は補正電子光学系503の詳細を説明する図である。補正電子光学系503は、光軸に沿ってアパーチャアレイAA、ブランカーアレイBA、要素電子光学系アレイユニットLAU、ストッパアレイSAで構成される。図 1 2 の (A) は電子銃501側から補正電子光学系503を見た図、(B) はAA' 断面図である。アパーチャアレイAAは図 1 2 (A) に示すように基板に複数の開口が規則正しく配列(8×8)形成され、照射される電子ビームを複数(64本)の電子ビームに分割する。ブランカーアレイBAはアパーチャアレイAAで分割された複数の電子ビームを個別に偏向する偏向器を一枚の基板上に複数並べて形成したものである。要素電子光学系アレイユニットLAUは、同一平面内に複数の電子レンズを2次元配列して形成した電子レンズアレイである第1電子光学系アレイLA1、及び第2電子光学系アレイLA2で構成される。これら各電子光学系アレイLA1、LA2は上述の実施例で説明した構造を備え、上述する方法で作製されたものである。要素電子光学系アレイユニットLAUは共通のZ方向の軸に並ぶ、第1電子レンズアレイLA1の電子レンズと第2電子レンズアレイLA2の電子レンズとで一つの要素電子光学系ELを構成する。ストッパアレイSAは、アパーチャアレイAAと同様に基板に複数の開口が形成されている。そして、ブランカーアレイBAで偏向されたビームだけがストッパアレイSAで遮断され、ブランカーアレイの制御によって各ビーム個別に、ウエハ505へのビーム入射のON/OFFの切り替えがなされる。

## 【 0 0 2 7 】

本実施例の荷電粒子線露光装置によれば、補正電子光学系に上記説明したような優れた電子光学系アレイを用いることで、極めて露光精度の高い装置を提供す

ることでき、これによって製造するデバイスの集積度を従来以上に向上させることができる。

【0028】

＜半導体生産システムの実施例＞

次に、上記露光装置を用いた半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の生産システムの例を説明する。これは半導体製造工場に設置された製造装置のトラブル対応や定期メンテナンス、あるいはソフトウェア提供などの保守サービスを、製造工場外のコンピュータネットワークを利用して行うものである。

【0029】

図13は全体システムをある角度から切り出して表現したものである。図中、101は半導体デバイスの製造装置を提供するベンダー（装置供給メーカー）の事業所である。製造装置の実例として、半導体製造工場で使用する各種プロセス用の半導体製造装置、例えば、前工程用機器（露光装置、レジスト処理装置、エッチング装置等のリソグラフィ装置、熱処理装置、成膜装置、平坦化装置等）や後工程用機器（組立て装置、検査装置等）を想定している。事業所101内には、製造装置の保守データベースを提供するホスト管理システム108、複数の操作端末コンピュータ110、これらを結ぶでイントラネットを構築するローカルエリアネットワーク（LAN）109を備える。ホスト管理システム108は、LAN109を事業所の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイと、外部からのアクセスを制限するセキュリティ機能を備える。

【0030】

一方、102～104は、製造装置のユーザーとしての半導体製造メーカーの製造工場である。製造工場102～104は、互いに異なるメーカーに属する工場であっても良いし、同一のメーカーに属する工場（例えば、前工程用の工場、後工程用の工場等）であっても良い。各工場102～104内には、夫々、複数の製造装置106と、それらを結んでイントラネットを構築するローカルエリアネットワーク（LAN）111と、各製造装置106の稼動状況を監視する監視装置としてホスト管理システム107とが設けられている。各工場102～104に設けられたホスト管理システム107

は、各工場内のLAN111を工場の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイを備える。これにより各工場のLAN111からインターネット105を介してベンダー101側のホスト管理システム108にアクセスが可能となり、ホスト管理システム108のセキュリティ機能によって限られたユーザーだけがアクセスが許可となっている。具体的には、インターネット105を介して、各製造装置106の稼動状況を示すステータス情報（例えば、トラブルが発生した製造装置の症状）を工場側からベンダー側に通知する他、その通知に対応する応答情報（例えば、トラブルに対する対処方法を指示する情報、対処用のソフトウェアやデータ）や、最新のソフトウェア、ヘルプ情報などの保守情報をベンダー側から受け取ることができる。各工場102～104とベンダー101との間のデータ通信および各工場内のLAN111でのデータ通信には、インターネットで一般的に使用されている通信プロトコル（TCP/IP）が使用される。なお、工場外の外部ネットワークとしてインターネットを利用する代わりに、第三者からのアクセスができずにセキュリティの高い専用線ネットワーク（ISDNなど）を利用することもできる。また、ホスト管理システムはベンダーが提供するものに限らずユーザーがデータベースを構築して外部ネットワーク上に置き、ユーザーの複数の工場から該データベースへのアクセスを許可するようにしてもよい。

#### 【 0 0 3 1 】

さて、図14は本実施形態の全体システムを図13とは別の角度から切り出して表現した概念図である。先の例ではそれぞれが製造装置を備えた複数のユーザー工場と、該製造装置のベンダーの管理システムとを外部ネットワークで接続して、該外部ネットワークを介して各工場の生産管理や少なくとも1台の製造装置の情報をデータ通信するものであった。これに対し本例は、複数のベンダーの製造装置を備えた工場と、該複数の製造装置のそれぞれのベンダーの管理システムとを工場外の外部ネットワークで接続して、各製造装置の保守情報をデータ通信するものである。図中、201は製造装置ユーザー（半導体デバイス製造メーカー）の製造工場であり、工場の製造ラインには各種プロセスを行う製造装置、ここでは例として露光装置202、レジスト処理装置203、成膜処理装置204が導入されている。なお図14では製造工場201は1つだけ描いているが、実際は複数の工場

が同様にネットワーク化されている。工場内の各装置はLAN206で接続されてイントラネットを構成し、ホスト管理システム205で製造ラインの稼働管理がされている。一方、露光装置メーカー210、レジスト処理装置メーカー220、成膜装置メーカー230などベンダー（装置供給メーカー）の各事業所には、それぞれ供給した機器の遠隔保守を行なうためのホスト管理システム211,221,231を備え、これらは上述したように保守データベースと外部ネットワークのゲートウェイを備える。ユーザーの製造工場内の各装置を管理するホスト管理システム205と、各装置のベンダーの管理システム211,221,231とは、外部ネットワーク200であるインターネットもしくは専用線ネットワークによって接続されている。このシステムにおいて、製造ラインの一連の製造機器の中のどれかにトラブルが起きると、製造ラインの稼働が休止してしまうが、トラブルが起きた機器のベンダーからインターネット200を介した遠隔保守を受けることで迅速な対応が可能で、製造ラインの休止を最小限に抑えることができる。

#### 【0032】

半導体製造工場に設置された各製造装置はそれぞれ、ディスプレイと、ネットワークインターフェースと、記憶装置にストアされたネットワークアクセス用ソフトウェアならびに装置動作のソフトウェアを実行するコンピュータを備える。記憶装置としては内蔵メモリやハードディスク、あるいはネットワークファイルサーバーなどである。上記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、専用又は汎用のウェブブラウザを含み、例えば図15に一例を示す様な画面のユーザーインターフェースをディスプレイ上に提供する。各工場で製造装置を管理するオペレータは、画面を参照しながら、製造装置の機種（401）、シリアルナンバー（402）、トラブルの件名（403）、発生日（404）、緊急度（405）、症状（406）、対処法（407）、経過（408）等の情報を画面上の入力項目に入力する。入力された情報はインターネットを介して保守データベースに送信され、その結果の適切な保守情報が保守データベースから返信されディスプレイ上に提示される。またウェブブラウザが提供するユーザーインターフェースはさらに図示のごとくハイパーリンク機能（410～412）を実現し、オペレータは各項目の更に詳細な情報にアクセスしたり、ベンダーが提供するソフトウェアライブラリから製造装置に使

用する最新バージョンのソフトウェアを引出したり、工場のオペレータの参考に供する操作ガイド（ヘルプ情報）を引出したりすることができる。

#### 【0033】

次に上記説明した生産システムを利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図16は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（露光制御データ作製）では設計した回路パターンに基づいて露光装置の露光制御データを作製する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップ7）する。前工程と後工程はそれぞれ専用の別の工場で行い、これらの工場毎に上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされる。また前工程工場と後工程工場との間でも、インターネットまたは専用線ネットワークを介して生産管理や装置保守のための情報がデータ通信される。

#### 【0034】

図17は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行な

うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。各工程で使用する製造機器は上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされているので、トラブルを未然に防ぐと共に、もしトラブルが発生しても迅速な復旧が可能で、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

【0035】

【発明の効果】

本発明によれば、マルチビームに特有のクロストーク問題を解消し、小型化、高精度化、信頼性といった各種条件を高いレベルで実現した電子光学系アレイを提供することができる。そして、これを用いた高精度な露光装置、生産性に優れたデバイス製造方法、半導体デバイス生産工場などを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

電子光学系アレイの構造を説明する図

【図2】

上電極（下電極）とシールドの作製方法を説明する図

【図3】

中間電極の作製方法を説明する図

【図4】

電極同士の接合方法を説明する図

【図5】

電子光学系アレイの変形例の構造を示す図

【図6】

第2実施例の電子光学系の配置と電気結線を示す図

【図7】

任意の開口角度を持った光学系の表記方法を説明する図

【図8】

矩形の開口を通過した電子ビームの形状を示す図

【図9】

電子光学系のさらに別の例説明する図

【図 1 0】

クロストークの発生を説明する図

【図 1 1】

マルチビーム型露光装置の全体図

【図 1 2】

補正電子光学系の詳細を説明する図

【図 1 3】

半導体デバイス生産システムの例をある角度から見た概念図

【図 1 4】

半導体デバイス生産システムの例を別の角度から見た概念図

【図 1 5】

ディスプレイ上のユーザーインターフェースを示す図

【図 1 6】

半導体デバイスの製造プロセスのフローを説明する図

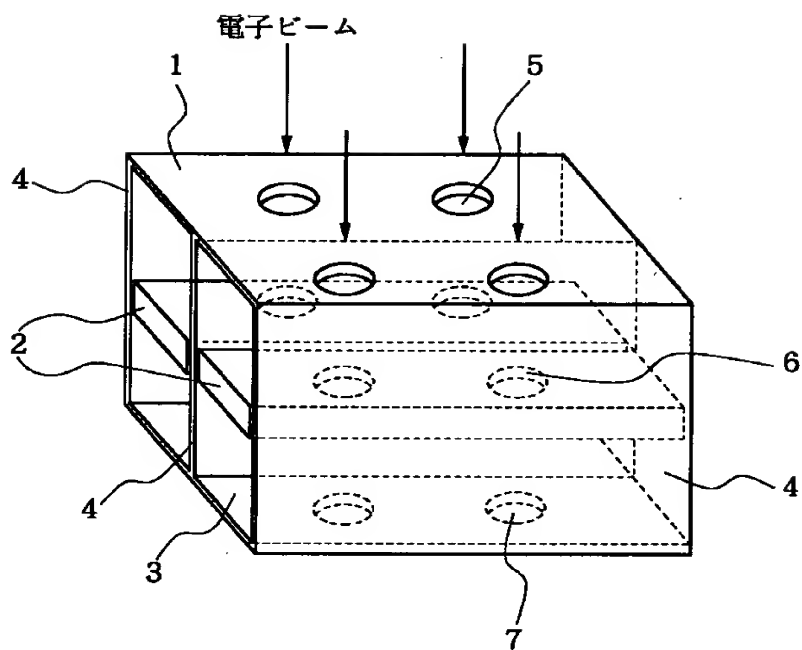
【図 1 7】

ウエハプロセスの詳細を説明する図

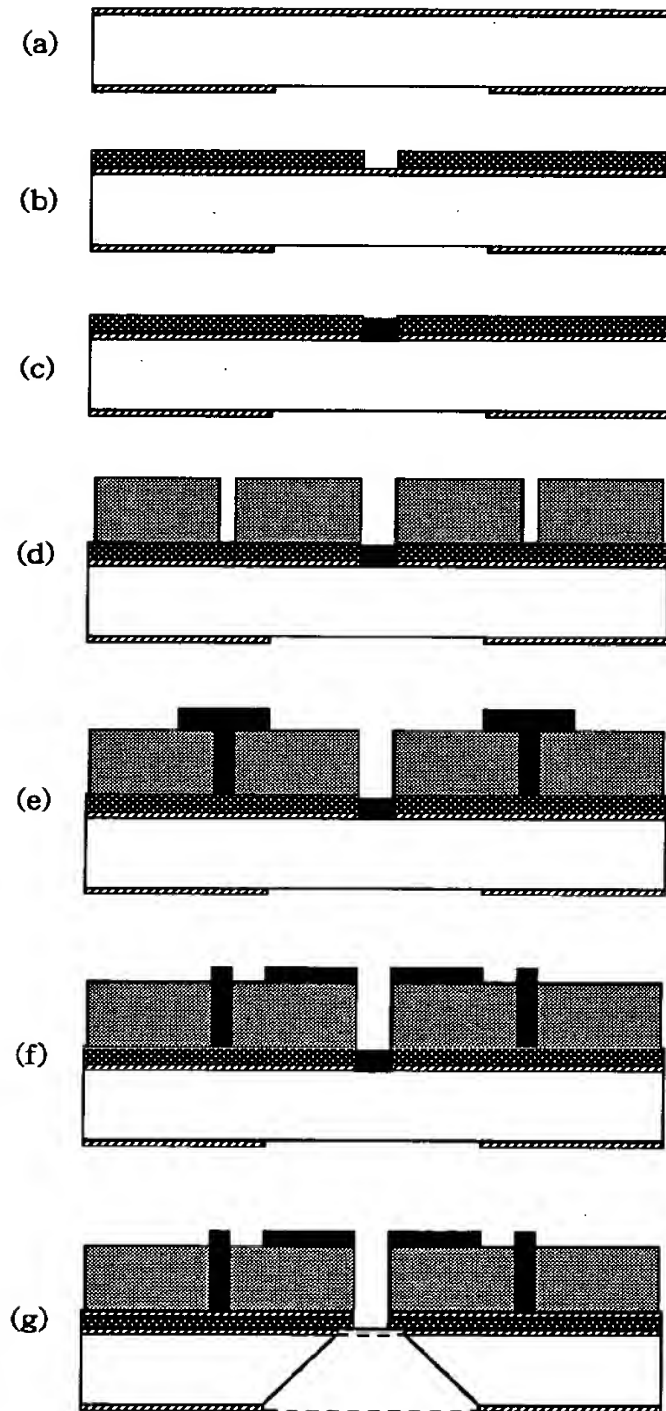


【書類名】 図面

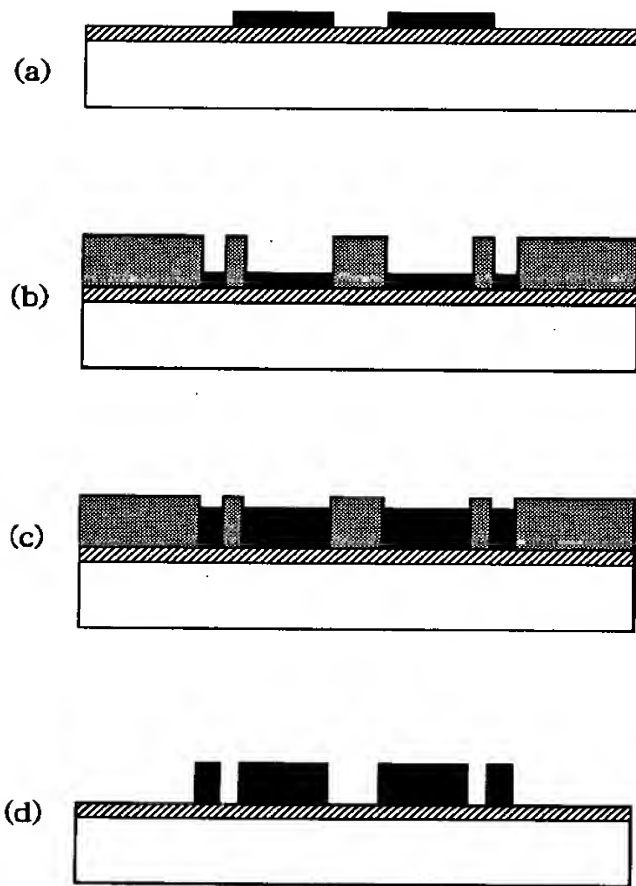
【図 1】



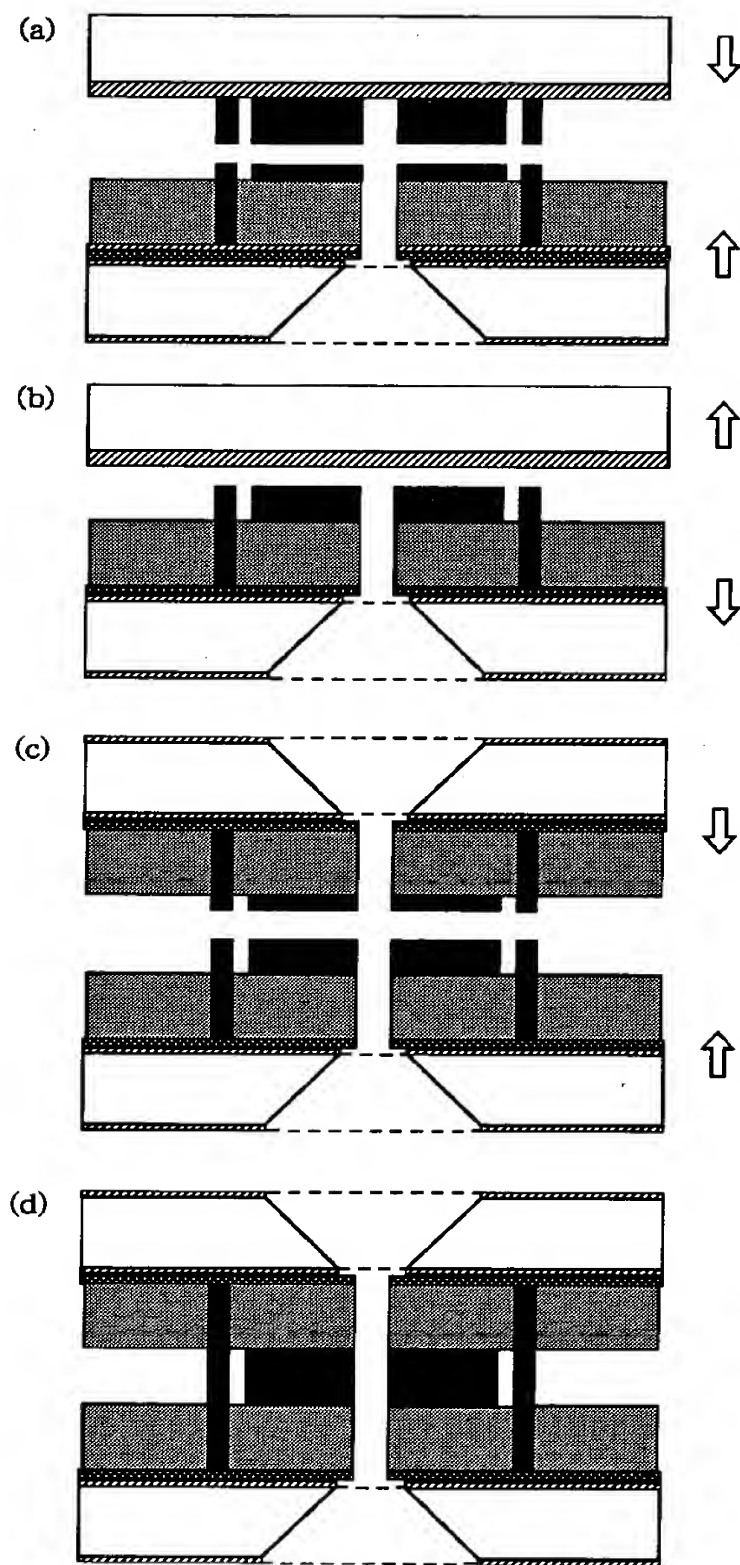
【図 2】



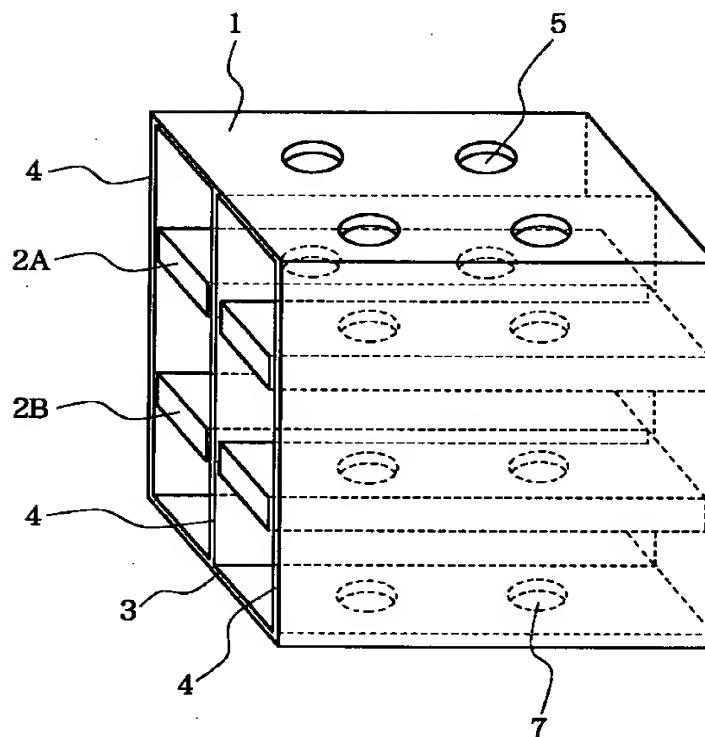
【図3】



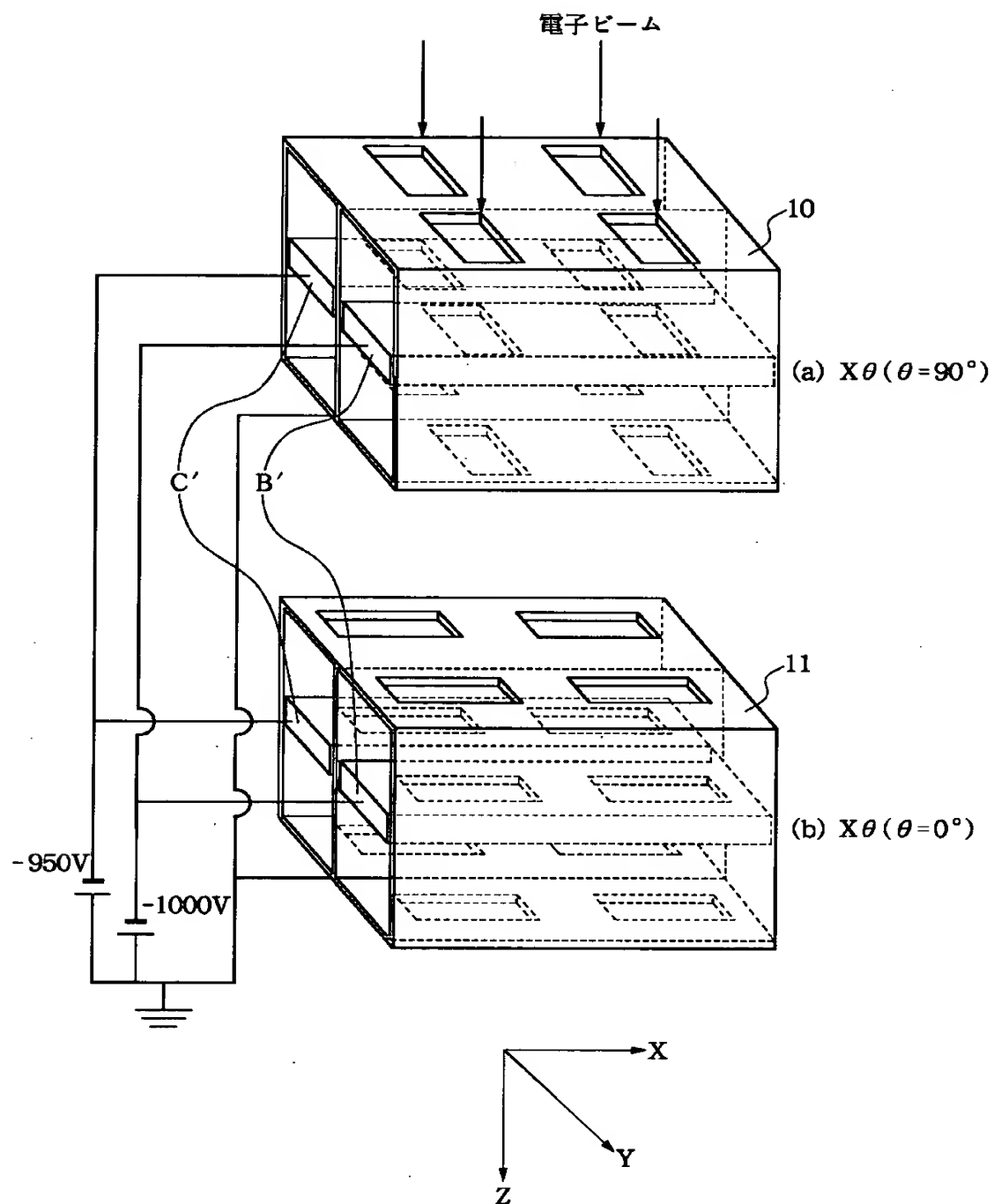
【図 4】



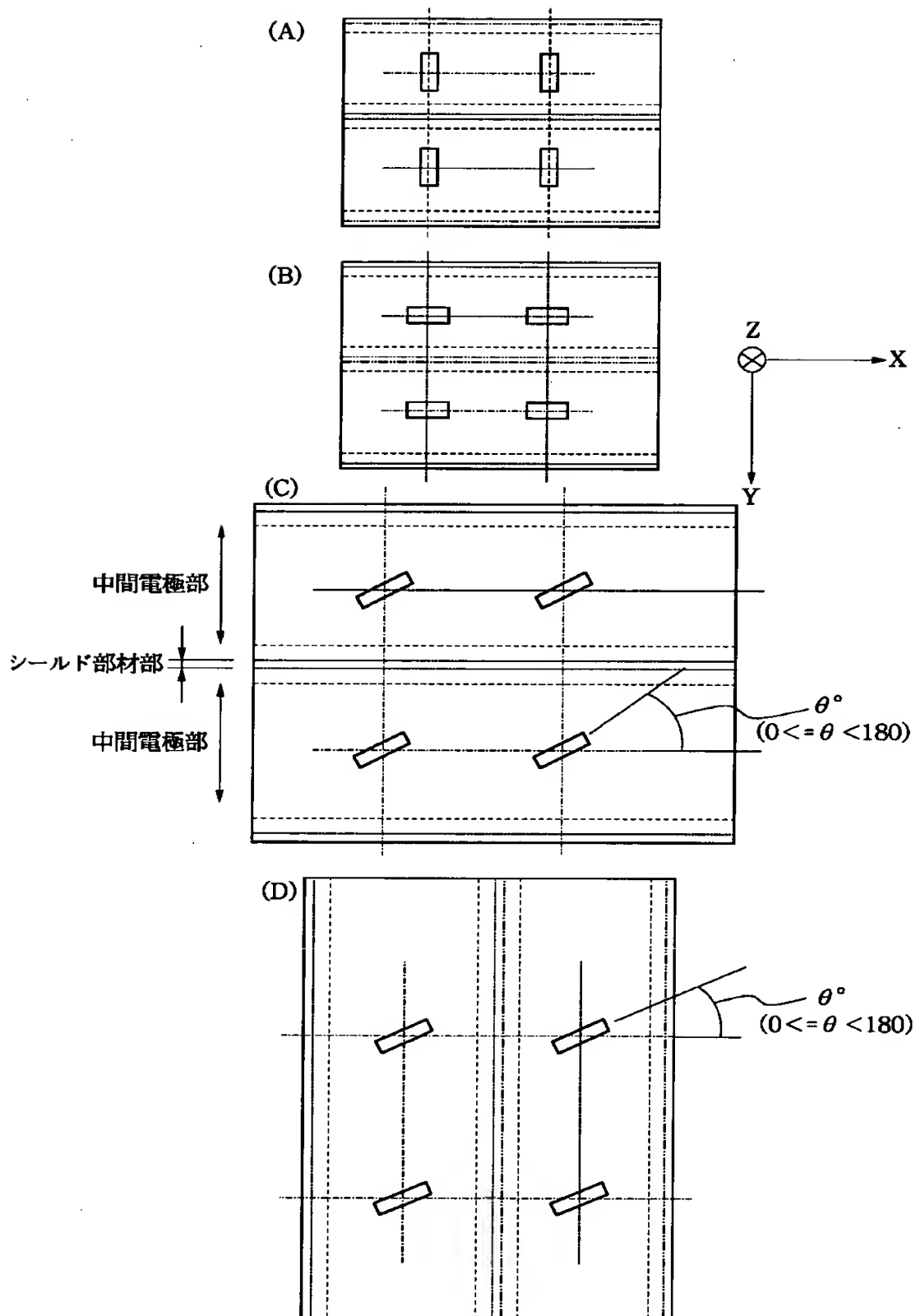
【図5】



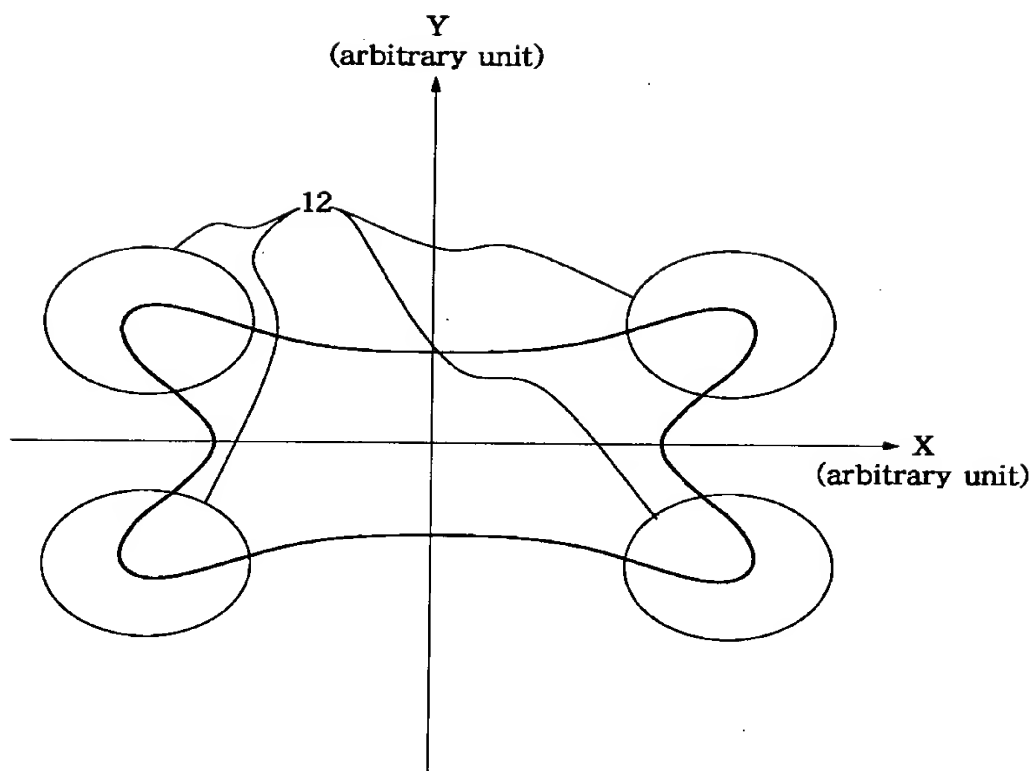
【図 6】



【図 7】

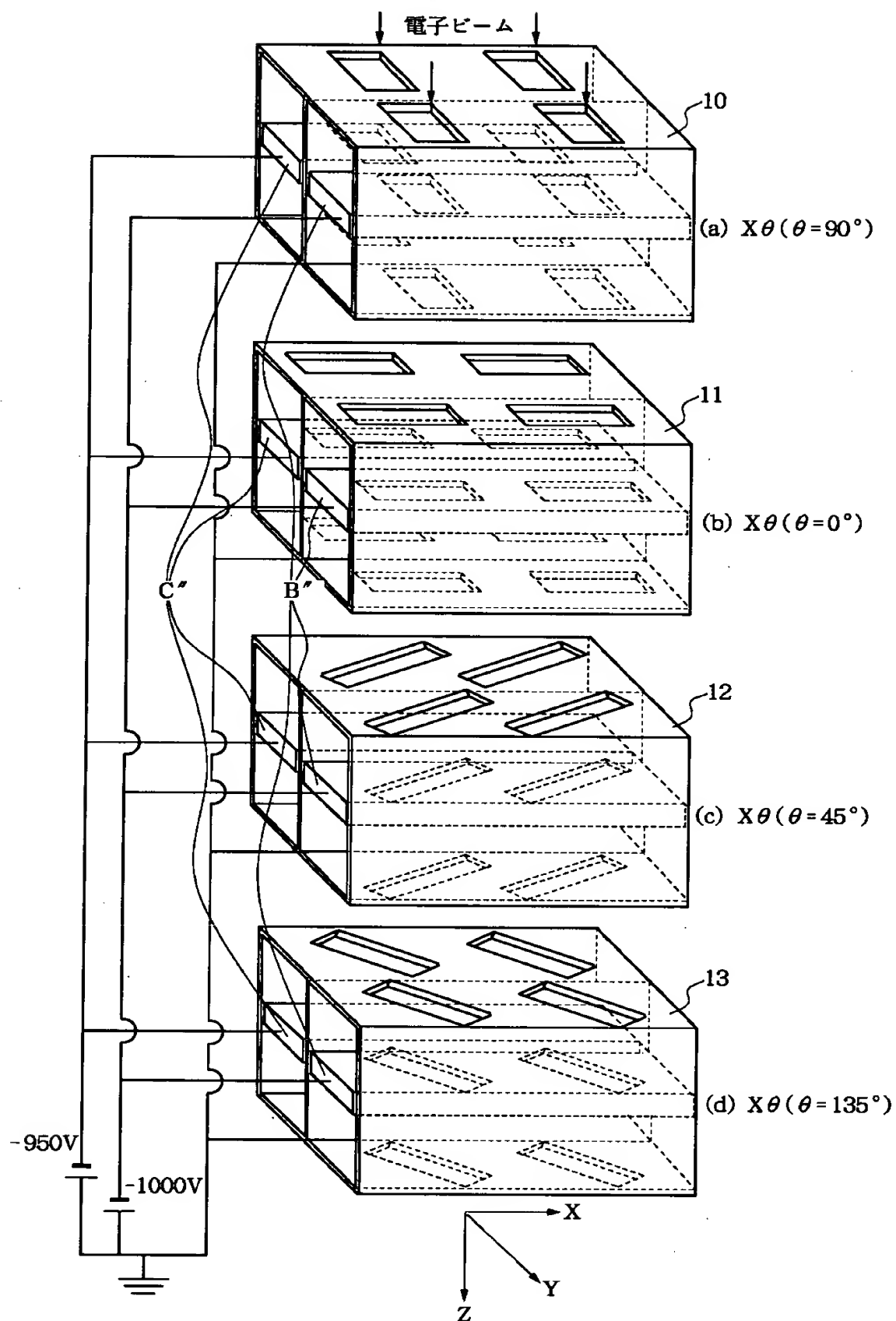


【図 8】

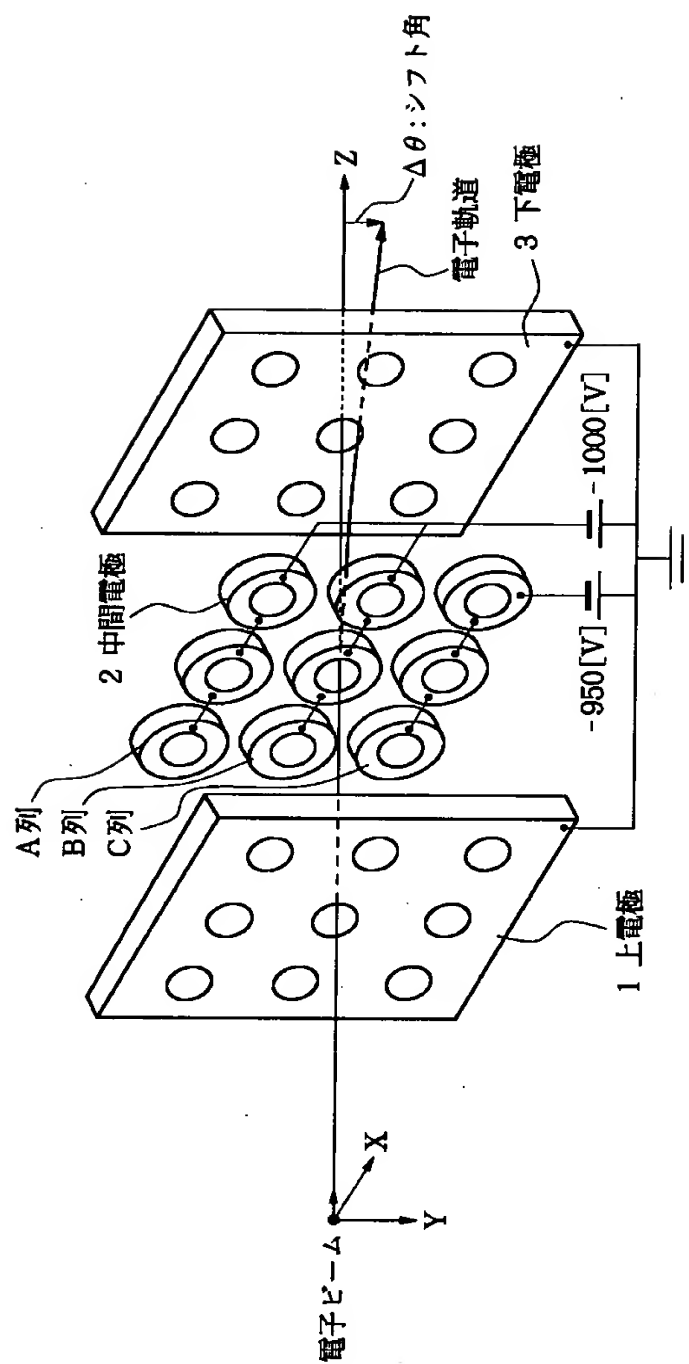




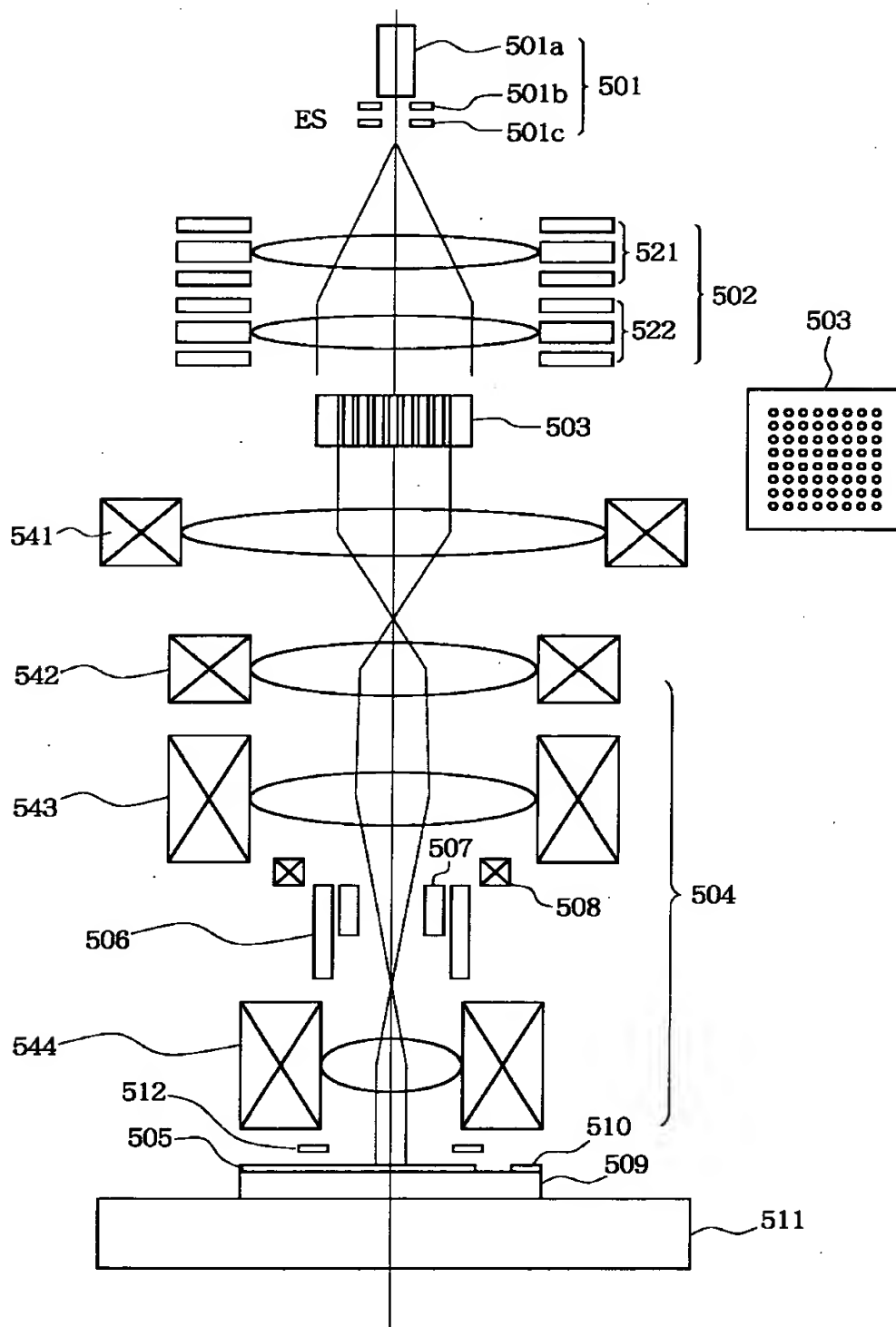
【図 9】



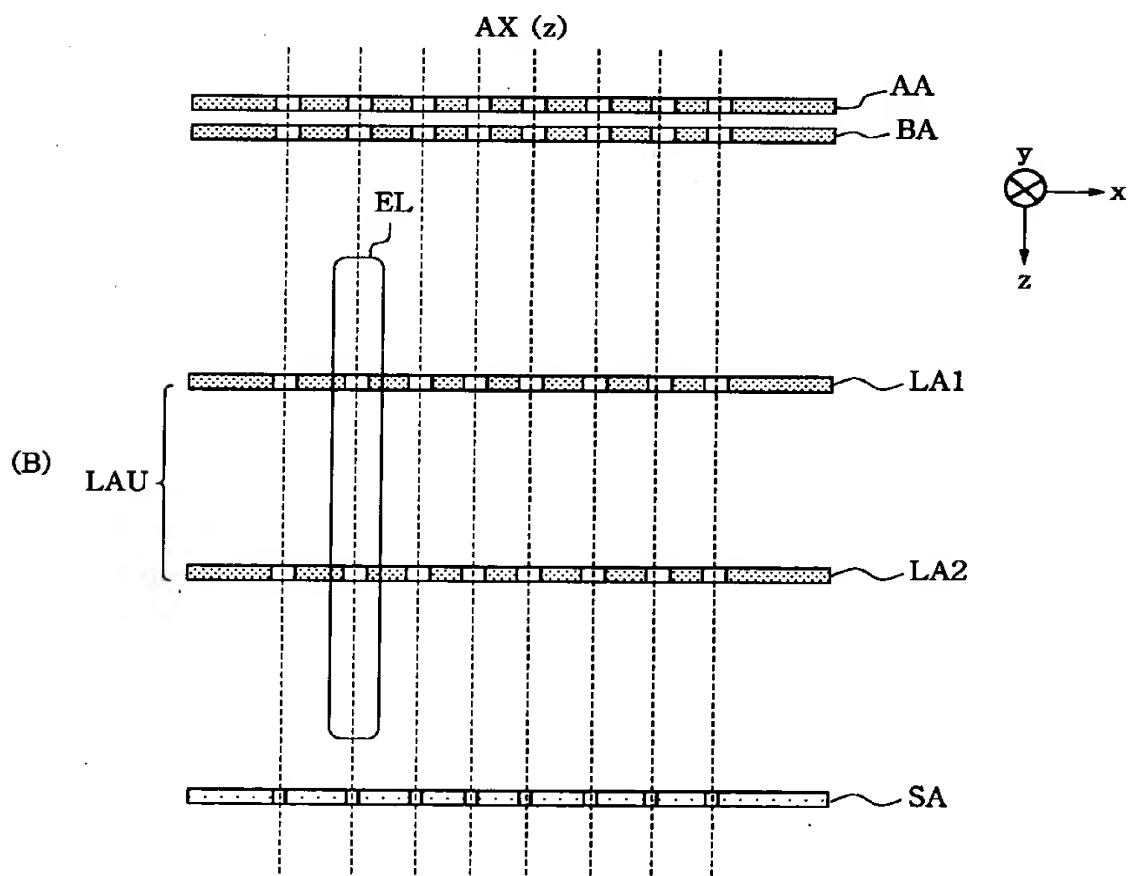
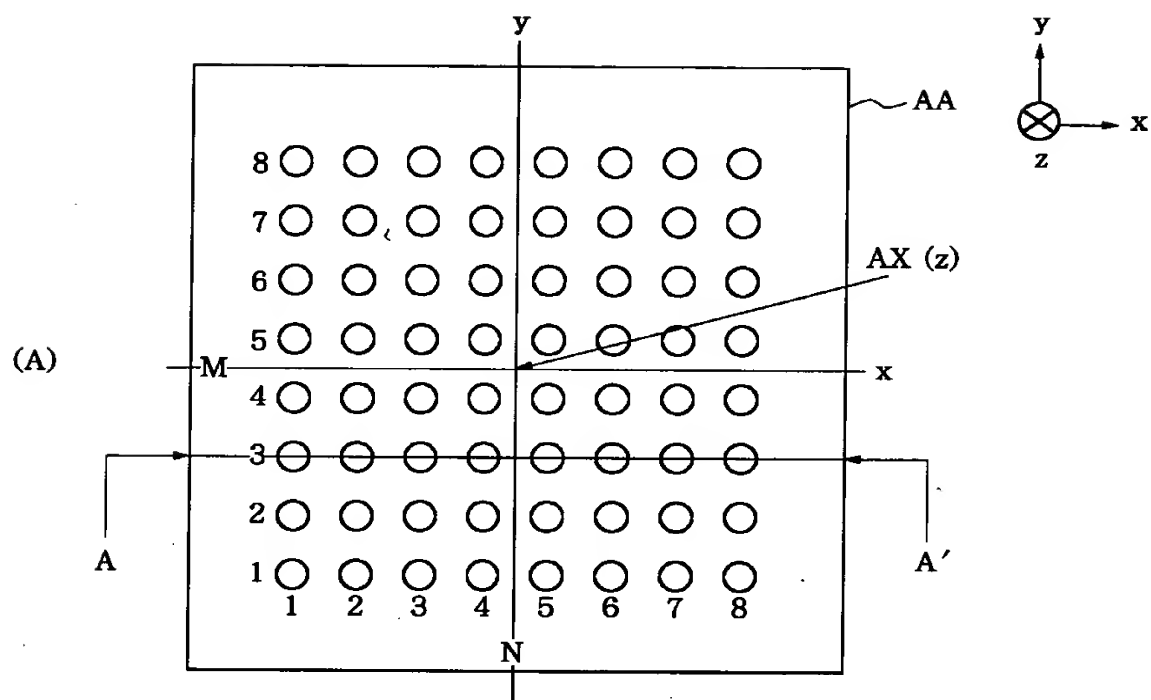
【図10】



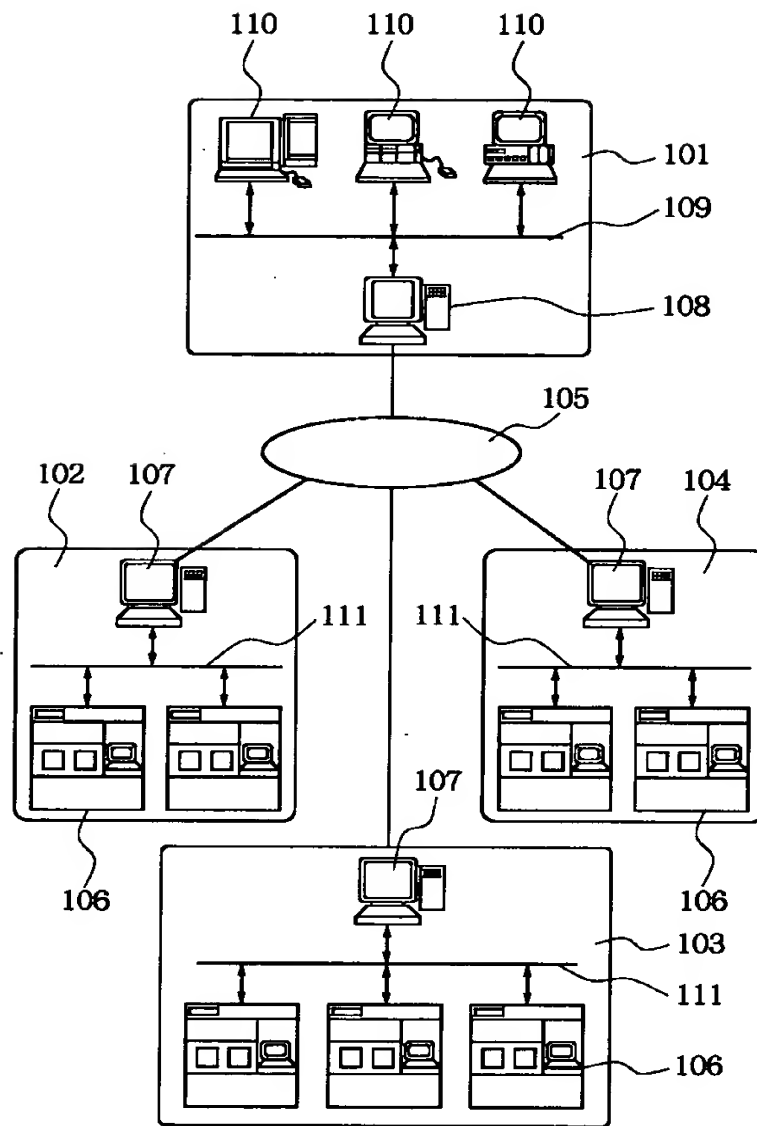
【図 11】



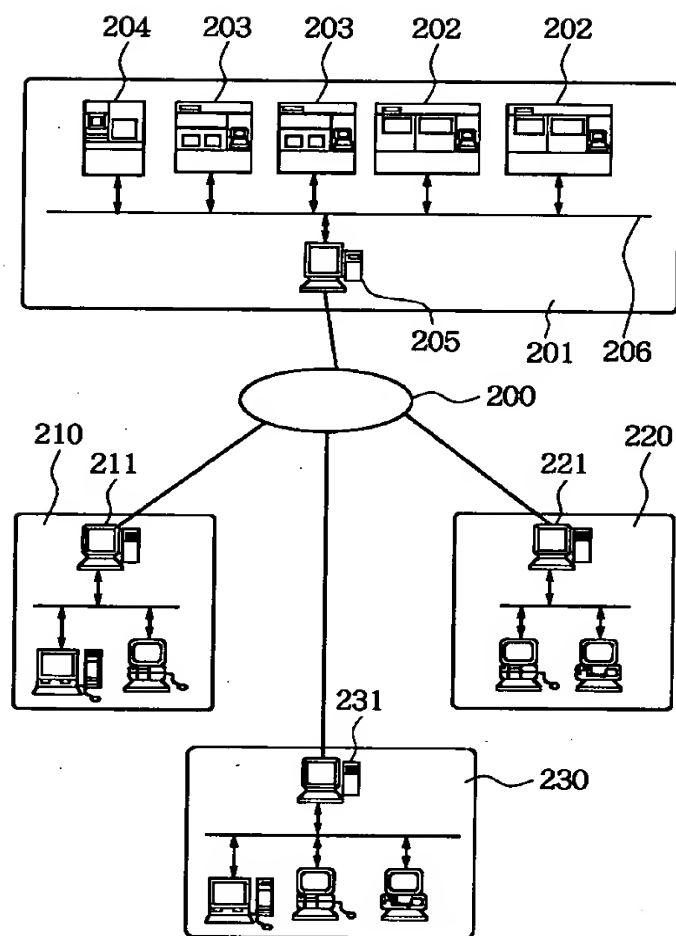
【図 12】



【図13】



【図 1 4】



【図 15】

URL
<http://www.maintain.co.jp/db/input.html>

トラブルDB入力画面

発生日
404

機種
401

件名
403

機器S/N
402

緊急度
405

症状
406

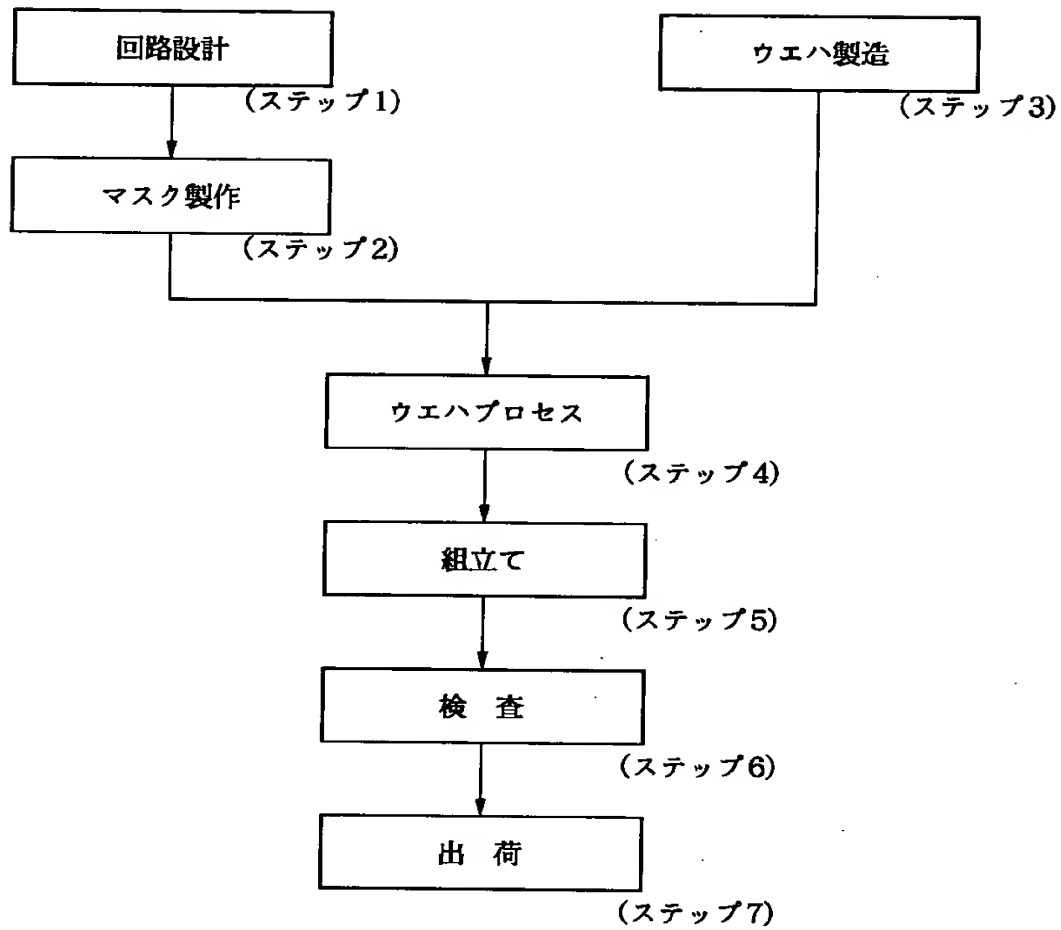
対処法
407

経過
408

410

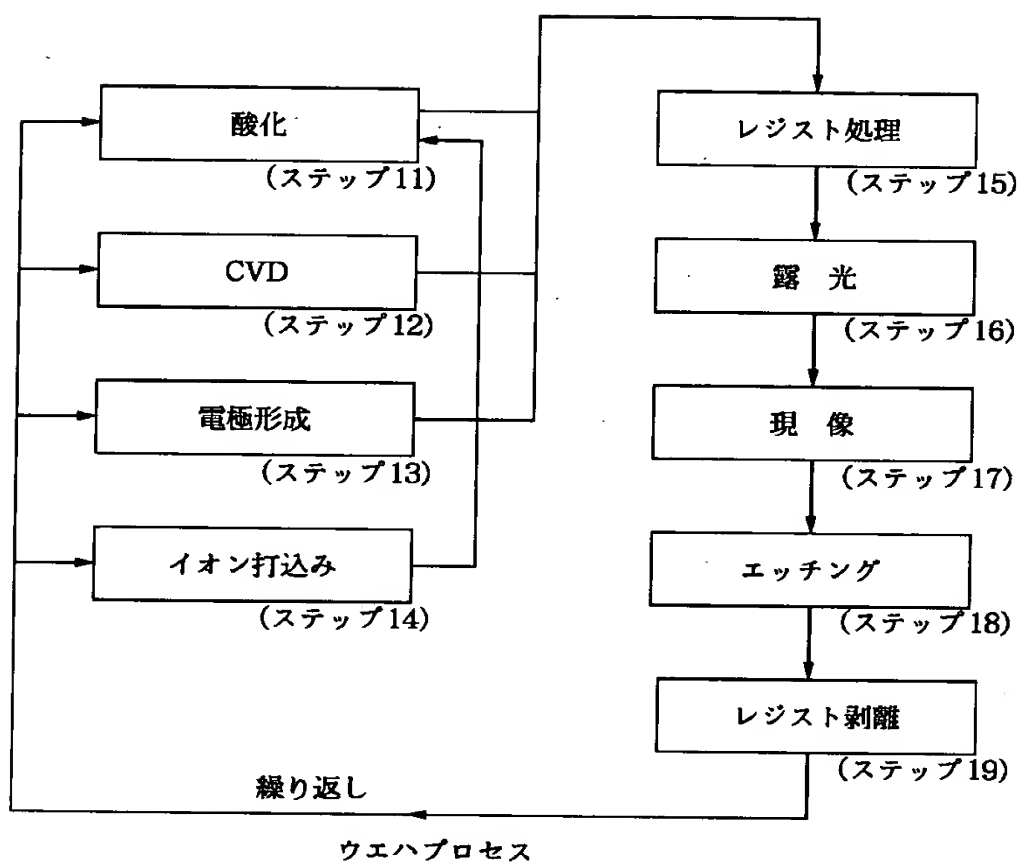
[結果一覧データベースへのリンク](#)
[ソフトウェアライブラリ](#)
[操作ガイド](#)
411 412

【図16】





【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型化、高精度化、信頼性といった各種条件を高いレベルで実現した電子光学系アレイの提供。

【解決手段】 それぞれに複数の開口が形成された上電極、中間電極および下電極と、前記中間電極を側方から挟んでこれをシールドする導電性のシールドとを有することを特徴とする電子光学系アレイ。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社